

CLIPPEDIMAGE JP363285941A

PAT-NO: JP363285941A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 63285941 A

TITLE: ELECTRONIC CIRCUIT SUBSTRATE, MANUFACTURE OF SAID SUBSTRATE AND  
ELECTRONIC CIRCUIT DEVICE

PUBN-DATE: November 22, 1988

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

OGINOYA, MITSUO

KOJIMA, YOSHIYUKI

NAKAJIMA, SHOICHI

FUKUSHIMA, MASATAKE

ASAHII, NAOTATSU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

HITACHI LTD

N/A

HITACHI POWDERED METALS CO LTD

N/A

APPL-NO: JP62121593

APPL-DATE: May 19, 1987

INT-CL (IPC): H01L021/52; H05K001/05

US-CL-CURRENT: 257/655

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve heat-dissipating characteristics by respectively giving the joint surfaces of an electrical insulating layer and a high thermal conductive substrate concentration gradients in which concentration is reduced toward the member sides of the other parties.

CONSTITUTION: The thin layer of an electrical insulating layer is formed directly onto a high thermal conductive substrate, and the electrical insulating layer is bonded by a mixed layer with the material of the high thermal conductive substrate. The electrical insulating layer is shaped by combining the formation of an evaporating layer through the evaporation method or sputtering method of a metal and the implantation of reactive ion species shaping the electrical insulating layer by a reaction with the evaporating layer of nitrogen ions or oxygen ions or the like. When a metallic layer is formed onto the electrical insulating layer, an inert gas such as argon gas, helium gas, nitrogen gas or the like as nonreactive ion species not reacted with a metallic-layer forming metal is used. Accordingly, each boundary of the electrical insulating layer on the high thermal conductive substrate shaped and the metallic layer on the electrical insulating layer is not made distinct, and both layers have concentration gradients and are made dense, thus acquiring an electrical circuit substrate having excellent adhesion and electrical insulating properties and small thermal resistance.

COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭63-285941

⑪ Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)11月22日

H 01 L 21/52  
H 05 K 1/05B-8728-5F  
A-6412-5F

審査請求 未請求 発明の数 5 (全8頁)

⑭ 発明の名称 電子回路基板、電子回路基板の製造方法及び電子回路装置

⑮ 特 願 昭62-121593

⑯ 出 願 昭62(1987)5月19日

⑰ 発 明 者 萩 野 谷 三 男 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑱ 発 明 者 児 島 慶 享 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑲ 発 明 者 中 島 昌 一 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内

⑳ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉑ 出 願 人 日立粉末冶金株式会社 千葉県松戸市稔台520番地

㉒ 代 理 人 弁理士 鶴 沼 辰 之 外1名

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

電子回路基板、電子回路基板の製造方法及び電子回路装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 高熱伝導性基板上に電気絶縁層が形成された電子回路基板において、電気絶縁層及び高熱伝導性基板がその接合面にてそれぞれ他方の部材側に向つて濃度が減少する濃度勾配を有することを特徴とする電子回路基板。

2. 特許請求の範囲第1項において、電気絶縁層が窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、窒化珪素又は窒化ホウ素のいずれかである電子回路基板。

3. 高熱伝導性基板上に蒸着法又はスパッタリング法による蒸着層の形成と、この蒸着層へ該蒸着層との反応により電気絶縁層を生成する反応イオン種の注入とを同時に又は交互に行なつて高熱伝導性基板に電気絶縁層を形成することを特徴とする電子回路基板の製造方法。

4. 特許請求の範囲第3項において、蒸着層がアルミニウム、珪素又はホウ素のいずれかであり、反応イオン種が窒素イオン又は酸素イオンである電子回路基板の製造方法。

5. 高熱伝導性基板上に電気絶縁層が形成され、この電気絶縁層上に金属層が形成された電子回路基板において、金属層及び電気絶縁層がその接合面にてそれぞれ他方の部材側に向つて濃度が減少する濃度勾配を有することを特徴とする電子回路基板。

6. 特許請求の範囲第5項において、電気絶縁層及び高熱伝導性基板がその接合面にてそれぞれ他方の部材側に向つて濃度が減少する濃度勾配を有する電子回路基板。

7. 特許請求の範囲第5項又は第6項において、金属層が軟ろう材である電子回路基板。

8. 高熱伝導性基板上に形成された電気絶縁層上に蒸着法又はスパッタリング法による金属層の形成と、この金属層へ該金属層とは反応しない非反応イオン種の注入とを同時に又は交互に行な

うことを特徴とする電子回路基板の製造方法。

9. 特許請求の範囲第8項において、金属層が軟ろう材であり、非反応イオン種がアルゴンイオン、ネオンイオン、クセノンイオン又はヘリウムイオンである電子回路基板の製造方法。

10. 高熱伝導性基板上に電気絶縁層が形成され、この電気絶縁層上に金属層が形成され、前記電気絶縁層及び高熱伝導性基板がその接合面にてそれぞれ他方の部材側に向つて濃度が減少する濃度勾配を有し、前記金属層及び電気絶縁層がその接合面にてそれぞれ他方の部材側に向つて濃度が減少する濃度勾配を有し、この金属層上に電子部品及び必要な導体が配設された電子回路装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

本発明は、高熱伝導性基板上に電気絶縁層が形成され、電気絶縁層上に金属層が形成された電子回路基板、その製造方法及び電子回路装置に関する。

抵抗を大きくする気孔等の欠陥を少なくする表面仕上げが必要となる。更に、セラミックスは半田との濡れ性が悪く、半田で高熱伝導性基板と直接接合することが困難なため、通常はセラミックス板にメタライジング処理を施すなど製造工程が複雑になっている。また、セラミックス板と高熱伝導性基板とは半田で接合するために接合強度が低く、セラミックス板と高熱伝導性基板の熱膨張差によるセラミックス板の剥離や割れの心配もある。一方、電気絶縁層の形状あるいは耐圧は回路の使用目的に応じて選定されるが、焼成したセラミックス板を用いる場合には、その大きさ、形状、厚さ等を任意に変えて製造することは取扱上あるいは価格上不利になるので、ある一定の規格品を使用しているのが現状である。

一方、電気絶縁層に導体及び電子部品等を接合する場合もセラミックス板にメタライジング処理を施して半田で接合する必要があるため、製造工程を更に複雑化し、製造コストが高くなっている。

これら現状の問題点を解決すべく種々の提案が

(従来技術)

従来、絶縁型素子等の電子回路基板としては、焼成したアルミナ板等のセラミックス板からなる電気絶縁層が高熱伝導性基板に接合されて使用されている。この電気絶縁層は高熱伝導性基板との電気絶縁性及び素子あるいは回路から発生する熱を高熱伝導性基板へ伝達する役割を果たしている。電子回路部品において回路素子性能を十分に発揮させるには、電気絶縁層の熱抵抗をできる限り少なくして放熱特性を高くすることが望ましい。この点から電気絶縁層であるセラミックス板の厚さは必要とする耐電気絶縁性の得られる範囲内で薄くする必要がある。しかし、焼成したセラミックス板は、板厚が薄くなると機械的強度が低下し、回路製造の際の僅かな外力により亀裂を生じて信頼性の点で問題になるので、厚さを薄くするには限界があり、一般には0.25～1.0mmのものが多用されている。一方、焼成したセラミックス板を用いる場合には、高熱伝導性基板との接合は通常半田付けによつて行なわれるため、接合面に熱

なされている。例えば、特開昭53-107665号公報及び特開昭55-36915号公報等には高熱伝導性基板にセラミックス粉末をプラズマ溶射して電気絶縁層を形成する方法が記載されている。この方法は、高熱伝導性基板に直接電気絶縁層を形成でき、半田による接合が不要となるため工数低減できる。更に、従来の焼成したアルミナ板を高熱伝導性基板に接合するものに比べれば薄い電気絶縁層を形成でき、ある程度熱抵抗を小さくできる。しかしながら、近年、電子回路部品の高出力化に伴う熱抵抗の小さい電気絶縁層及び集積回路の薄型化の要求が増々高くなつており、プラズマ溶射法による絶縁層は気孔等を皆無にすることは困難で、気孔等による熱抵抗の面からこの技術でも対応できなくなつたものも出てきている。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

上記従来技術は高出力化、薄型化の要請に対応できなくなつたものである。すなわち、高出力化に伴つて素子あるいは回路の発熱量が多くなり、放熱特性を高める必要があるが、それが低かつた。

その対策としては電気絶縁層の厚さを電気絶縁性が保たれる範囲で薄く、かつ、層を緻密に形成して熱抵抗を小さくすることがよい。更に、高熱伝導性基板と電気絶縁層とは機械的な結合状態ではなく、原子的結合状態にすることがよい。すなわち、境界が明確でなく、熱伝達の障害となる境界がない状態がよい。また、高熱伝導性基板と電気絶縁層間及び電気絶縁層内には熱抵抗を大きくする気孔等の欠陥のない緻密な層が形成されていることがよい。

一方、電子回路基板を作製する場合、温度を極力低く抑えることが望ましい。例えば、電気絶縁層の接合あるいは層形成時、電気絶縁層のメタライジング処理及び電子回路部品や導体の接合時には温度を上げる必要がある、この温度を極力低くすることが必要である。それは、高温で処理すると、電気絶縁層（セラミックス）と高熱伝導性基板は熱膨張係数が異なるため、加熱あるいは冷却時に剥離や割れを生ずることがあるからである。また、変形も生じ易く、後加工によつて表面を平

熱特性に優れ、これにより電子部品の高出力化の要請にも対処することができる電子回路基板及びその製造方法を提供することにある。

本発明の他の目的は、電気絶縁層の所望部分に電気絶縁物との境界が明確でなく、密着性に優れ、電子部品あるいは導体を直接接合でき、放熱特性に優れた金属層が形成された電子回路基板及びその製造方法を提供することにある。

本発明の更に他の目的は、金属層と電気絶縁層、及び電気絶縁層と高熱伝導性基板との各境界を明確でなくすることにより金属層上に配設された電子部品からの発熱に対する放熱特性に優れた電子回路装置を提供することにある。

〔問題点を解決するための手段・作用〕

第1発明（特許請求の範囲第1項）は、高熱伝導性基板に電気絶縁層が形成された電子回路基板において、電気絶縁層及び高熱伝導性基板がその接合面にてそれぞれ他方の部材側に向つて濃度が減少する濃度勾配を有する電子回路基板である。

これにより、電気絶縁層と高熱伝導性基板との

にして電子部品及び導体を接合しなければならないことにもなる。上述したプラズマ溶射法で電気絶縁層上への金属薄層を形成する場合には、密着性を高めるために高温にする必要があり、ある程度の変形は避けられなかった。また、セラミックス粉末を使用するため、その粒子径によつて電気絶縁層の厚さも左右される。粒子の形状、大きさを一定にすることは多大な工数と技術が必要である。したがって、ある程度不均一な粒子径のセラミックス粉末を使用するため層の厚さも不均一となり、粒子径をある程度の大きさ以上にしないと溶射時の粒径流れが悪くなることもある。粒子によつては1個の径が数十 $\mu\text{m}$ のものもあり、これらの粒子を積み重ねて層を形成するため、電気絶縁層の厚さを薄くすることは困難であり、かつ、溶射法では空孔を皆無にすることは極めてむずかしい。

本発明の目的は、高熱伝導性基板の所望部分に高熱伝導性基板との境界が明確でない緻密な電気絶縁層を形成することができ、密着性に優れ、放

明確な境界がなくなり、連続的に素材が一方から他方へ変わるため熱抵抗が小さくなる。

第2発明（特許請求の範囲第3項）は、高熱伝導性基板に蒸着法又はスパッタリング法による蒸着層の形成と、この蒸着層へ該蒸着層との反応により電気絶縁層を生成する反応イオン種の注入とを同時に又は交互に行なつて高熱伝導性基板に電気絶縁層を形成する電子回路基板の製造方法である。

蒸着法又はスパッタリング法により粒径を小さくして蒸着層が形成されるため、空孔なく極薄層を形成できる。また、反応イオン種の注入により発熱し蒸着層はセラミックス等の電気絶縁層に変わり、かつ注入イオン種の有する運動エネルギーによつて高熱伝導性基板の表面部分にてその素材成分がスパッタリングされて蒸着層側に飛び出し、全体として電気絶縁層と高熱伝導性基板の境界は明確でなくなる。すなわち混合層の状態となる。

第3発明（特許請求の範囲第5項）は、高熱伝導性基板に電気絶縁層が形成され、この電気絶縁

層上に金属層が形成された電子回路基板において、金属層及び電気絶縁層がその接合面にてそれぞれ他方の部材側に向つて濃度が減少する濃度勾配を有する電子回路基板である。

これにより、金属層と電気絶縁層との明確な境界がなくなり、連続的に素材が一方から他方へ変わるため熱抵抗が小さくなる。

第4発明(特許請求の範囲第8項)は、高熱伝導性基板に形成された電気絶縁層上に蒸着法又はスパッタリング法による金属層の形成と、この金属層へ該金属とは反応しない非反応イオン種の注入とを同時又は交互に行なう電子回路基板の製造方法である。

蒸着法又はスパッタリング法により粒径小さくして金属層が形成されるため、空孔なくかつ極薄な金属層を形成できる。また、非反応イオン種の注入により、その有する運動エネルギーによつて電気絶縁層の表面部分にてその素材成分がスパッタリングされて金属層側に飛び出し、全体として金属層と電気絶縁層の境界は明確でなくなる。す

と窒素イオンあるいは酸素イオン等の前記蒸着層との反応により電気絶縁層を形成する反応イオン種の注入との組合わせによつて形成される。すなわち、本発明の電子回路基板は電気絶縁層が高熱伝導性基板側から当該電気絶縁層側に向つて増加する濃度勾配をもち、高熱伝導性基板との明確な境界をもたない状態になっている。また、電気絶縁層が蒸着法あるいはスパッタリング法と、反応イオン注入法との組合わせにより形成するため、粒径が小さくでき緻密で薄い層が形成できる。したがつて、高熱伝導性基板との密着性に優れ、熱抵抗が極めて小さく、電子部品の高出力化にも対応できるものである。

電気絶縁層の形成方法であるが、高熱伝導性基板の所望部分に形成したい窒化物あるいは酸化物の原料である金属等を蒸着法あるいはスパッタリング法によつて蒸着層を形成しながら窒素イオンあるいは酸素イオンを注入する。すなわち、加速された窒素イオンあるいは酸素イオンは高熱伝導性基板及び蒸着層へ注入されて発熱し、この蒸着

なわち混合層の状態となる。

第5発明(特許請求の範囲第10項)は、高熱伝導性基板に電気絶縁層が形成され、この電気絶縁層上に金属層が形成され、前記電気絶縁層及び高熱伝導性基板がその接合面にてそれぞれ他方の部材側に向つて濃度が減少する濃度勾配を有し、前記金属層及び電気絶縁層がその接合面にてそれぞれ他方の部材側に向つて濃度が減少する濃度勾配を有し、この金属層上に電子部品及び必要な導体が配設された電子回路装置である。

これより、電子部品の高出力化に対して、金属層から電気絶縁基板を経て高熱伝導性基板への熱放出が各境界が連続的な混合層となつておりことにより良好となる。

#### [実施例]

本発明の電子回路基板は高熱伝導性基板上に直接電気絶縁層の薄層が形成され、この電気絶縁層は高熱伝導性基板の材料との混合層によつて結合されている。電気絶縁層の形成方法は金属の蒸着法もしくはスパッタリング法による蒸着層の形成

層と注入されたイオンとの反応により電気絶縁層となる窒化物あるいは酸化物を形成する。この時、高熱伝導性基板は反応イオン種が注入されるため、それ自身スパッタリングされて飛び出し、蒸着金属粒子と混合された状態となつて混合層が形成される。しかし、この現象は成膜初期段階のみであり、成膜厚さの増加とともに高熱伝導性基板まで反応イオン種は注入されなくなり、高熱伝導性基板のスパッタリングは起こらなくなる。反応イオン種の加速電圧にもよるが、成膜した窒化物あるいは酸化物がスパッタリングされることもあり、望ましくは混合層を形成する時には加速電圧を高くし、混合層が形成されたら加速電圧を低くしてスパッタリングをさけることがよい。また、反応イオン種の加速電圧及び蒸着層の成膜厚さにもよるが、蒸着層形成と反応イオン種の注入とを交互に行なつても同様の結果が得られる。しかし、蒸着層の膜厚が厚く、加速電圧が低い場合には混合層が形成されず密着力は極めて弱い。したがつて、加速電圧及び蒸着層厚を適切に選定する必要がある。

る。

電気絶縁層の膜質であるが、蒸着粒子あるいはスパッタリング粒子は非常の微細であり、これらの粒子が積み重なって層を形成するため、層は非常に緻密なものになる。したがって、空孔等の介在しない熱抵抗の小さい電気絶縁層が得られる。また、粒子径が小さいため、電気絶縁層の厚さをオーダーで自由に調整でき、必要に応じて膜厚を任意に形成できる。

一方、電気絶縁層上に金属層を形成する場合には、金属層形成金属と反応しない非反応イオン種であるアルゴンガス、ヘリウムガスあるいは窒素ガス等の不活性ガスを用いる。金属層形成金属と反応するガスを用いた場合には化合物層が形成されて好ましくない。また、金属層は純金属あるいは合金を蒸着法あるいはスパッタリング法で膜を形成するかあるいは二種以上の金属を同時に蒸着法もしくはスパッタリング法で形成する方法でも同じような結果が得られる。この際、非反応イオン種の注入により、その有する運動エネルギーによ

って電気絶縁層上でスパッタリングが起こり、それ自身粒子となつて飛び出すため、金属層内に電気絶縁層の材料が混入した混合層となり、両者の境界は不明確となる。濃度勾配は金属層及び電気絶縁層がその接合面にてそれぞれ他方の部材側に向って濃度が減少するようになっている。

上述したような方法で電気絶縁層及び金属層を形成するが、加速されたイオンの運動エネルギーが熱エネルギーに変換されて発生する熱は極表面層のみであり、したがって、高熱伝導性基板の変質がなく、変形も極めて少ない。万一温度が上がるような場合には高熱伝導性基板を冷却するかもしれない。あるいはイオン注入を断続的に行う方法で解決できる。冷却あるいは断続的注入でも絶縁物形成に何ら影響はない。

電気絶縁層上に形成する金属層であるが、高融点ろう材では電子部品及び導体を接合する場合に高温にする必要があり、電子部品の機能損傷あるいは変形等が生じて好ましくない。したがって、低融点のろう材すなわち軟ろう材が好ましく、望

ましくはPb-Sn系合金(半田)等の導体や電子部品等との濡れ性の良好な低融点のろう材が特に望ましい。

一方、高熱伝導性基板の上に形成する電気絶縁層である窒化物あるいは酸化物としては、熱伝導性、電気絶縁性の点から窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、窒化珪素、窒化ホウ素等が特に望ましい。但し、これら上記した窒化物及び酸化物に限定するものではなく、熱伝導性、電気絶縁性の優れたものであればよい。

以上のような方法で形成した高熱伝導性基板上の電気絶縁層及び該電気絶縁層上の金属層はそれぞれ境界が明瞭でなく濃度勾配があり、かつ、層は緻密であるため、密着性、電気絶縁性に優れ、熱抵抗が小さく電子回路基板の具備すべき条件を十分満足するものである。すなわち、本発明の電子回路基板は熱抵抗を大きくする高熱伝導性基板と電気絶縁物層及び電気絶縁物層と金属層との境界が明瞭でない。明確な境界がない場合には高熱伝導性基板に熱伝達がスムーズに行なえるが、明

確な境界がある場合には境界が熱伝達の障害となり高熱伝導性基板への放熱がスムーズに行なえず熱が蓄積され、電子部品等の損傷の原因となる。また、本発明の電気絶縁層は熱抵抗の障害となる空孔の介在もなく、緻密な層であるため高熱伝導性基板への熱伝達がスムーズに行なえ熱の蓄積もない。更に、電気絶縁性の必要に応じて膜厚を調整でき、熱抵抗を小さくすることが可能であり、かつ、電子回路基板の薄型化へも寄与できる。また、密着性に優れることから、層形成時及び電子部品や導体接合時に剥離等の心配もない。

以上のように、本発明の電子回路基板は電子回路基板としての具備すべき条件を満足し、熱抵抗が極めて小さく、高出力化にも十分対処できるものである。

#### 実験例1

高熱伝導性基板として無酸銅板(厚さ0.8mm, 30×30mm)を用い、真空容器内の水冷ターゲットに取付け、容器内を10<sup>-6</sup>Torr以下に排気した後、高熱伝導性基板の上にアルミニウム、ボロン、

硅素をそれぞれの基板上に蒸着させながら窒素イオンを注入し、窒化アルミニウム、窒化硼素、窒化硅素の膜を $50\mu\text{m}$ 厚さに形成した。成膜条件は蒸着速度 $11\text{Å/s}$ 、加速電圧： $20\text{kV}$ 、電流： $0.1\text{A}$ 、窒素イオン注入量： $2\times 10^{14}$ 個イオン/ $\text{cm}^2$ である。次に、このようにして成膜した各々の窒化物である電気絶縁物の薄層上に、電子部品及び導体に対応した形状以外の部分にマスキングを施し、電気絶縁層の形成時と同様の方法でPb-Sn合金を蒸着しながらアルゴンイオンを注入した。これによりマスキングを施さない部分にPb-Sn合金の金属層を形成した。膜厚は $25\mu\text{m}$ である。このようにして作成した基板のPb-Sn合金薄膜上に電子部品及び導体を載せて約 $300^\circ\text{C}$ に加熱して接合し、更に公知の方法によりリード線を接続して第1図に示す電子回路装置を作製した。なお比較のため第2図に $\text{Al}_2\text{O}_3$ の電気絶縁層を溶射法で形成した従来の電子回路装置を示す。この電気絶縁層の膜厚は $0.1\mu\text{m}$ である。本発明の電子回路装置は高熱伝

導性基板1上に金属等の蒸着層の形成と窒素イオン注入との組合わせによつて形成した電気絶縁層2が形成され、この電気絶縁層2上にはPb-Sn合金の金属層3が形成されている。4はメタライジング層、5は半導体素子(Si素子)、6はCuリード線である。比較例では電気絶縁層2上に半田3が直接接合できないためメタライジング層4が形成されている。高熱伝導性基板1と電気絶縁層2とも直接接合できないため、メタライジング層4が形成されている。これら第1図に示す電子回路装置と第2図に示す従来の電子回路装置の高熱伝導性基板1と電気絶縁層2との密着力を調べた。第1表はその結果であり、比較例では $1.5\sim 3.0\text{kg}/\text{mm}^2$ 程度の密着力であるが、本発明の電子回路装置の密着力はいずれも $7\text{kg}/\text{mm}^2$ 以上で極めて高い密着力を示し、信頼性の高い絶縁層2が得られた。

第 1 表

|     | 形成絶縁層    | 密着力( $\text{kg}/\text{mm}^2$ ) |
|-----|----------|--------------------------------|
| 本発明 | 窒化アルミニウム | $8.0\sim 10.0$                 |
|     | 窒化硅素     | $7.5\sim 9.0$                  |
|     | 窒化硼素     | $8.5\sim 11.0$                 |
| 比較例 | アルミナ     | $1.5\sim 3.0$                  |

また、従来の電子回路装置及び本発明の電子回路装置の電気絶縁層2を厚さ方向にオージェ電子分光分析により掘り下げながら高熱伝導性基板1まで分析した結果第3図に示すような結果が得られた。すなわち、本発明の電子回路基板は電気絶縁層2である $\text{Al}_2\text{N}$ の濃度が高熱伝導性基板1側に向つて徐々に減少し、逆にその基板1の基材である銅が徐々に増加している。これに比し、従来のものは急激な変化を示している。すなわち、本発明の電子回路基板は高熱伝導性基板と電気絶縁層の接合面に混合層が形成されていることがわかる。したがつて、明確な境界がないため、密着力も高い値を示したものである。また、このように、

境界が明確でないことから放熱特性もおのずから優れることが容易に推察できる。

## 実験例2

高熱伝導性基板として炭素鋼(C量 $0.06\%$ )板( $40\text{mm}\times 40\text{mm}\times 1.6\text{mm}$ )を用い、実験例1と同様の方法でアルミニウムを蒸着しながら酸素イオンを注入し基材上に約 $50\mu\text{m}$ の酸化アルミニウム層を形成した。次いで実験例1と同様に unnecessary 部分にマスキングを施し、銅を蒸着しながらヘリウムイオンを注入して酸化アルミニウム層上に銅よりなる金属層を約 $50\mu\text{m}$ 形成した。次に公知の方法により電子部品及びリード線を半田付けして電子回路装置を作成した。比較例として実験例1と同様に溶射法によつて $\text{Al}_2\text{O}_3$ の絶縁層を形成したものをを用いた。また $\text{Al}_2\text{O}_3$ の絶縁層上に銅を溶射し、次いで電子部品及びリード線を半田付けして電子回路装置を作成した。これら本発明及び従来の電子回路装置の絶縁層と銅層の密着力を測定した結果、従来のものは $2\sim 3\text{kg}/\text{mm}^2$ であるのに対し、本発明のものは $8.5\sim$

1.0 kg/cm<sup>2</sup> と極めて良好な密着力を示した。

また、これらの電子回路基板の熱抵抗を測定した結果、従来のものは1.8℃/Wであるのに対し、本発明のものは1.2℃/Wで、従来に比較して約33%改善された。これも本発明では境界が混合層となつているからと考えられる。

#### 実験例3

高熱伝導性基板としてFe-42%Ni合金(30mm×30mm×1.6mm)を用い実験例1と同様にアルミニウムをスパッタリングして同基板上に成膜させながら窒素イオンを注入して約60μmの窒化アルミニウム層を形成し、更にその上に実験例1と同様に必要以外の部分にマスキングを施して銅をスパッタリングしながらアルゴンイオンを注入して銅よりなる金属層を形成した。次に銅層上に電子部品及びリード線を公知の方法で半田付けして電子回路装置を作成した。この電子回路装置の耐電圧を測定した結果、2000V以上であつた。一般の絶縁型素子又はモジュールに要求される耐圧は1500V以上であり、60

μm程度の膜厚でも十分に耐えることができる。ちなみに溶射法で作製したAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の耐電圧は90μmで約1500Vであり、本発明の電子回路基板は薄くても耐電圧が高いことがわかる。したがって、同じ耐電圧を要求される場合には膜厚を薄くすることができ、薄型化への要求に応ずることができる。

以上のように、本発明の電子回路基板は半導体素子、抵抗、コンデンサなどに応用できる。

#### [発明の効果]

第1発明(特許請求の範囲第1項)及び第3発明(特許請求の範囲第5項)によれば、境界が明確でなくなり連続的に素材が一方から他方へ変わるため、熱抵抗が小さくなる。したがって放熱特性を向上することができる。

第2発明(特許請求の範囲第3項)及び第4発明(特許請求の範囲第8項)の製造方法によれば、粒径小さく蒸着層を形成できるため、空孔なく極薄層を容易に形成でき、全体の薄型化が可能となる。更に注入イオン種の有する運動エネルギーに

よつて基板側でスパッタリングが起こるため境界の不明確な連続的混合層を容易に形成することができる。このようにして形成した混合層により、両者の密着力は高いものとなり、耐熱特性を向上することもできる。また、直接接合できない素材同士であっても、本発明方法によれば直接接合できるため、従来のようなメタライジング層が不要となり、製造工数を低減できコスト低下を図ることができる。

第5発明(特許請求の範囲第10項)によれば、電子部品の高出力化に充分対応することができると共に電子回路装置の信頼性を向上することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す電子回路装置の断面図、第2図は従来の電子回路装置の断面図、第3図は本発明及び比較例のオージェ電子分光分析結果を示すグラフである。

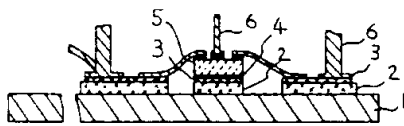
1…高熱伝導性基板、2…電気絶縁層、3…金属層、4…メタライジング層、5…Si素子、6…

Cuリード線。

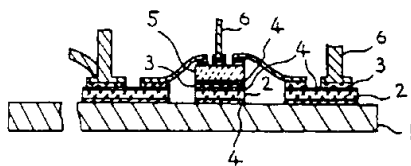
代理人 弁理士 橋沼辰之



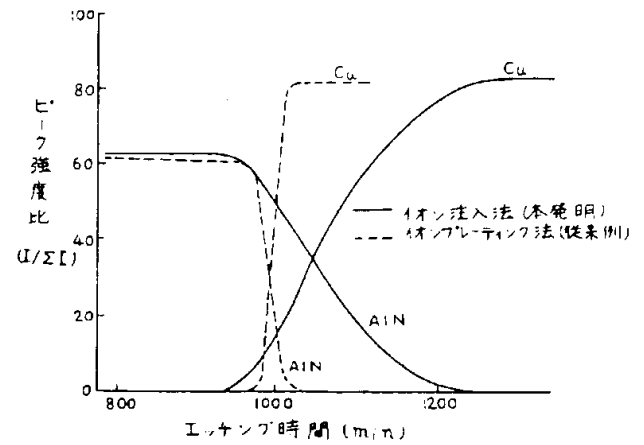
第1図



第2図



第3図



- 1 --- 高熱伝導性基板
- 2 --- 電気絶縁層
- 3 --- 金属層
- 4 --- メタライジング層
- 5 --- Si素子
- 6 --- Cuリード線

第1頁の続き

⑦発明者 福島 正武 茨城県日立市久慈町4026番地 株式会社日立製作所日立研究所内  
 ⑧発明者 朝日 直達 千葉県松戸市常盤平3丁目26番3号